УДК 553.311

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЛЕБЕДИНСКОГО ТИПА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛДАН)

В.Г. Ворошилов*, Г.Ю. Боярко*, Е.И. Бирюков**

*Томский политехнический университет. E-mail: lev@tpu.ru
**ФГУП "Алдангеология". г. Алдан

Исследовано внутреннее строение аномальных геохимических полей золоторудных месторождений лебединского геолого-промышленного типа, распространенных в Центрально-Алданском рудном районе. Установлено, что золоторудные месторождения сопровождаются аномальными структурами вторичного геохимического поля, в ядерной зоне которых накапливаются Pb, Zn, Ag, Mo, Au, As, а во фронтальной – Ni, Cr, Co, Ti, V, Cu. Дополнительным благоприятным признаком является развитие аномалий Ba и Mn. Рудные тела фиксируются аномальными структурами первичного геохимического поля, в центре которых развита ассоциация Au, Cr, Ni, Co, V, Zn, As, к периферии она сменяется на Cu, Ag, Mo, As, а внешний ореол обогащен Ba, Mn, Pb.

К лебединскому типу в Центрально-Алданском рудном районе относят золоторудные тела, локализованные в виде горизонтальных залежей и секущих тел кварцево-сульфидного состава, приуроченных к низам доломитовой толщи вендского возраста и, частично, к кристаллическому фундаменту [1, 2].

Ранее нами описаны особенности строения аномальных геохимических полей золоторудных месторождений Центрального Алдана, относящихся к золото-порфировому, золото-урановому (эльконскому), самолазовскому геолого-промышленным типам [3–5]. Месторождения Лебединского рудного поля в настоящее время практически отработаны, территория их подвержена техногенному загрязнению, поэтому исследовать геохимическую зональность оруденения подобного типа с целью выработки геохимических поисковых критериев возможно лишь на вновь открытых объектах. Для решения поставленной задачи нами выбран участок междуречья рек Редерги и Кэдерги, где выявлен ряд золоторудных залежей с промышленными параметрами (рис. 1). Участок непосредственно примыкает с юга к Нижнеякокитскому рудному полю. ФГУП "Алдангеология" на площади проведена геохимическая съемка по вторичным ореолам масштаба 1:10000, на выявленных золоторудных объектах пройдены поверхностные горные выработки и скважины с опробованием первичных ореолов.

Исследованная площадь сложена горизонтально залегающими на архейском фундаменте тонкозернистыми массивными, иногда окварцованными, доломитами усть-юдомской свиты вендского возраста. На водораздельных участках вендские отложения согласно перекрыты желтыми, вишнево-бурыми, кремовыми глинистыми доломитами пестроцветной свиты нижнего кембрия. Здесь же отмечается локальное развитие маломощных хемогенно-обломочных кор выветривания по карбонатным породам и карстовых образований, заполненных терригенным материалом. В западной части площади, в опущенном блоке на левобережье реки Редерги, развиты серые доломиты унгелинской свиты, относящейся к верхам нижнего кембрия.

Венд-кембрийские отложения прорваны серией штоков, силлов и даек мезозойских гипабиссальных интрузий, относящихся к нескольким комплексам. Наиболее широко распространены породы лебединского интрузивного комплекса, слагающие штоки, лакколитообразные интрузии и многочисленные мелкие тела и дайки сиенитового состава. С мезозойскими интрузиями пространственно и генетически связан широкий круг гидротермально-метасоматических изменений пород: окварцевание, сульфидизация, флюоритизация, анкеритизация, кальцитизация. Зоны метасоматитов, как правило, субпластовые, реже секущие. Наибольшая интенсивность метасоматоза характерна для приподошвенной части усть-юдомской свиты, где развиты благоприятные для замещения прослои псевдоолитовых брекчиевидных и битуминозных доломитов, а также для зоны контакта усть-юдомской и пестроцветной свит.

Все описанные породы перекрыты сплошным чехлом четвертичных элювиально-делювиальных отложений. Элювиальные отложения приурочены к выровненным и пологонаклонным (до 5°) поверхностям водоразделов. Обломки неокатанные, в своем расположении сохраняют структуры и текстуры подстилающих пород. Размерность обломков зависит от физических свойств коренного субстрата. Так, глыбово-щебнистый материал преобладает в элювии магматитов, а дресвяный – в элювии доломитов. Ближе к дневной поверхности повышается содержание песчаной и глинистой фракции (до 10...25 % от общего объема). В элювии гранитов, сиенитов – это супесь зеленовато-серого, желтоватого, либо красновато-бурого цветов. В доломитах – белый, светло-серый, реже серый суглинок. Мощность отложений 1,5...3,0 м.

Переходным типом от элювия к делювию являются элювиально-делювиальные образования. По своему составу они сильно схожи с элювием. Отличительными признаками этих отложений являются единичные обломки пород, имеющие окатанность, а также повышенное содержание супеси с преобладанием темных и красноватых оттенков. Расположены элювиально-делювиальные отложения на периферийных участках развития элювия, на бровках склонов.

Делювиальные отложения получили широкое развитие в нижних и средних частях склонов.

Представлен делювий дресвяно-щебнистым, реже глыбовым материалом с коричневатым или рыжеватым супесчаным заполнителем (до 35...40 % от общей массы). Отмечается слабая вертикальная зональность в распределении обломков (более крупные и неокатанные внизу, менее крупные и слабо окатанные на поверхности). Мощность отложений составляет 1,0...3,0 м.

В результате проведения геологосъемочных, поисковых и оценочных работ, выполненных в разные годы организациями Мингео СССР и ФГУП "Алдангеология", на описываемой территории выявлено несколько участков с золотым оруденением лебединского типа. Рудные тела представляют собой гематит-лимонит-кварцевую рыхлую породу (окисленные сульфидно-кварцевые метасоматиты), слагающую субгоризонтальные залежи мощностью до нескольких метров и протяженностью в сотни метров. Содержание кварца в руде колеблется от 5 до 55 %.

Тектоническое строение площади определяется сочетанием разрывных нарушений северо-западного, северо-восточного и субширотного направлений. Они контролируют размещение гидротермальной минерализации и в значительной степени определяют структуру геохимического поля территории.

Для исследования структуры вторичного геохимического поля территории нами использованы результаты спектрального полуколичественного и спектрозолотометрического анализов 8500 проб, отобранных ФГУП "Алдангеология" по сети 100×20 м. На площади преобладают открытые остаточные механические вторичные ореолы, солевая составляющая развита слабо.

Во вторичном геохимическом поле фиксируется большое количество аномалий золота и типичного для Центрального Алдана комплекса элементов-спутников: Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, Mn, As, Sb, Tl, Bi, Ni, Cr, V, Ba, Ti, Sn. Они сопровождают как золоторудные тела, так и многочисленные метасоматические образования, что затрудняет прямое использование моноэлементных ореолов для поисков рудных тел.

По результатам факторного анализа во вторичном геохимическом поле выделено три основных ассоциации элементов: 1) Pb, Zn, Ag, Mo, Au, As; 2) Ni, Cr, Co, Cu, V, Ti; 3) Ba, Mn. Они слагают аномальные структуры геохимического поля (АСГП), в которых рудные тела занимают вполне определенное положение (рис. 1).

Первая ассоциация маркирует рудоконтролирующие разрывы северо-западного и северо-восточного простираний. Максимумы ее проявления соответствуют золоторудным телам. Второй комплекс элементов характерен для периферии рудных залежей и удаленных от рудных тел участков рудоконтролирующих разрывов. Эту ассоциацию можно рассматривать как индикатор фронтальных зон накопления. В целом интенсивность ее развития возрастает от центра площади к периферии, по мере удаления от сиенитовых штоков. Барий и марганец формируют полосу аномалий северо-восточного простирания. Максимумы проявления этой ассоциации тяготеют к выходам мезозойских интрузий и в ряде случаев – к золоторудным залежам. Последнее обусловлено как тесным парагенезисом оруденения с мезозойским магматизмом, так и развитием марганцевых охр при выветривании руд. В целом, золоторудные участки фиксируются во вторичном геохимическом поле накоплением в центральной (ядерной) зоне АСГП Au, Ag, As, Pb, Zn, Mo, а во фронтальной – Ni, Cr, Co, Ti, V, Cu. Дополнительным благоприятным признаком является развитие в пределах АСГП аномалий Ba и Mn.

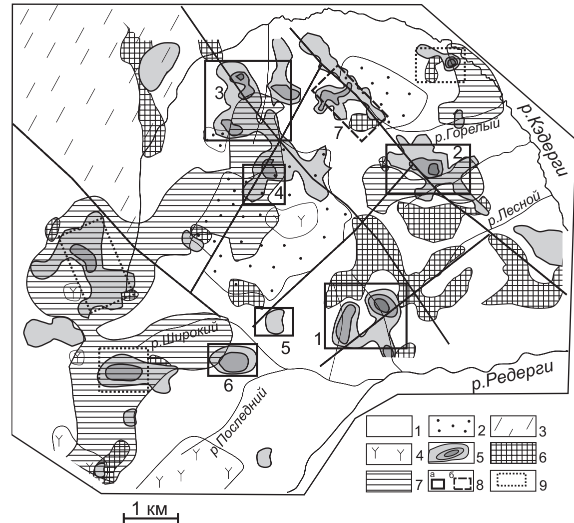


Рис. 1. *Зональность вторичного геохимического поля площади работ: 1) доломиты усть-юдомской свиты венда; 2) доломиты пестроцветной свиты нижнего кембрия; 3) серые доломиты унгелинской свиты верхов нижнего кембрия; 4) штоки мезозойских интрузий; 5–7) участки развития геохимических ассоциаций: 5) Pb, Zn, Ag, Mo, Au, As; 6) Ni, Cr, Co, Cu, V, Ti; 7)Ba, Mn; 8) участки с выявленным оруденением: а — лебединского типа, б — куранахского типа (1 — Ореховый, 2 — Межсопочный, 3 — Грибной, 4 — Гольцовый, 5 — залежь Широкая, 6 — Последний, 7 — зона Горелая); 9) участки, перспективные для постановки поисковых работ*

В первичных ореолах масштаба рудных тел характер взаимосвязи элементов сложнее. В небольших залежах золото тесно ассоциирует со всем комплексом элементов-спутников, в более крупных объектах картируются пространственно обособленные ассоциации элементов (рис. 2).

Центральные части аномальных структур геохимического поля фиксируются ассоциацией Au, Cr, Ni, Co, V, Zn, As, к периферии она сменяется на Cu, Ag, Mo, As. Внешний ореол АСГП сложен ассоциацией Ba, Mn, Pb.

В кварц-гематит-лимонитовых рудах золото наиболее тесно ассоциирует с цинком, марганцем, ванадием и мышьяком. Серебро коррелируется со свинцом, таллием и барием. Во вмещающих доломитах серебро по одному из факторов ассоциирует с Ni, Co, Cr, Zn, W, Sn, Cu, Tl, по другому – с золо-

том, свинцом, марганцем. Эта дифференциация обусловлена многостадийностью гидротермального процесса и зональным отложением его продуктов. При выветривании различия постепенно нивелируются и связи элементов упрощаются.

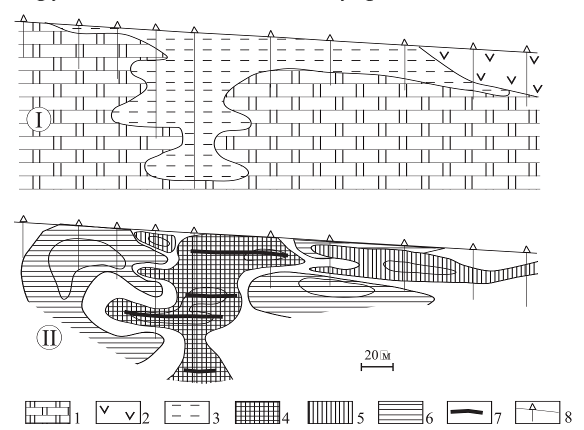


Рис. 2. *Геолого-геохимический разрез по разведочной линии 23 участка Межсопочного (I — геологическое строение, II — структура геохимического поля): 1) доломиты усть-юдомской свиты венда; 2) мезозойские сиенит-порфиры; 3) кора выветривания по сульфидизированным доломитам; 4–6) участки развития геохимических ассоциаций: 4) Au, Cr, Ni, Co, V, Zn, As; 5) Cu, Ag, Mo, As; 6) Ba, Mn, Pb; 7) золоторудные тела; 8) разведочные скважины*

На изученной площади геометризовано 10 АСГП, 7 из которых соответствуют известным рудным залежам лебединского (участки Ореховый, Межсопочный, Грибной, Гольцовый, Последний, залежь Широкая) и куранахского (зона Горелая) типов. Можно отметить, что для оруденения куранахского типа характерно слабое проявление второй и третьей ассоциаций при более интенсивном развитии основного рудного парагенезиса. По показателю энергии рудообразования (по Н.И. Сафронову [6]) площадь развития куранахского типа оруденения резко выделяется среди других рудных участков (рис. 3).



Рис. 3. *Распределение на площади работ значений показателя энергии рудообразования*

На трех из 10 геометризованных АСГП специальных поисковых работ не проводилось. Эти участки можно рассматривать как резерв для выявления новых золоторудных тел и рекомендовать здесь постановку комплекса поисковых работ с бурением скважин и проходкой поверхностных горных выработок.

Следует отметить, что в литературе достаточно подробно описана геохимическая зональность Колтыконского рудного поля, расположенного в пределах Лебединского рудного узла [7]. Автор публикации В.С. Балахонов предлагает относить эти месторождения к самостоятельному золото-джаспероидному промышленному типу. Не вдаваясь в критику этого предложения, констатируем, что в генетическом и геохимическом отношениях колтыконские руды фактически аналогичны лебединским. По данным В.С. Балахонова [7], в эпицентрах рудоносных структур описанных месторождений развита ассоциация Ag, Au, Cu, Bi, Pb, которая к периферии сменяется на As, Mo, W, Cr. Связь золота с элементами-спутниками различна для разных зон. В центральной (стволовой) части рудного поля кластерным анализом выявлено три устойчивых ассоциации: 1) Au, Cu, Mn, Be; 2) Au, Ag, Pb, Zn, As, Ba, Mo; 3) Ni, Co, Cr, Ti, V. На флангах рудного поля золото входит в состав трех ассоциаций: 1) Au, Cu; 2) Au, Zn, Pb, Sb, Ag, Sn; 3) Au, Ti, V, As, Co, Cr, Ni. Приведенные данные в целом согласуются с полученными нами результатами.

Таким образом, оруденение лебединского типа сопровождается типичным для всех золоторудных месторождений Центрального Алдана комплексом элементов-примесей: Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, Mn, As, Sb, Tl, Bi, Ni, Cr, V, Ba, Ti, Sn. В то же время, внутреннее строение аномальных геохимических полей рассмотренных месторождений достаточно специфично. Если самолазовский тип оруденения характеризуется постоянным накоплением в центре АСГП Au, As, Ni, Tl, Sb, на флангах – Pb, Ag, Bi, Cu, Zn, а по периферии – Cr, Co, Ni [5], то в лебединских рудах золото может быть тесно связано с каждой из этих ассоциаций, или со всем комплексом элементов-спутников. В частности, в изученных рудах с золотом наиболее тесно связаны Zn, V, Mn, Cr, Ni, Co, а Cu, Pb, Ag, Mo, As, Tl характерны для флангов рудных тел. Отмеченные особенности связаны, по нашему мнению, с различным положением месторождений в пределах фильтрующейся термогидроколонны (по Г.Л. Поспелову [8]). Руды самолазовского типа приурочены к стволовой зоне колонны со стабильным гидродинамическим режимом, а лебединские и куранахские руды формировались в зоне растекания растворов, на фоне пульсирующего режима их поступления. Соответственно, золото-порфировый тип оруденения можно рассматривать как производное корневой зоны термогидроколонны, где происходило вначале нагнетание парообразных флюидов, а затем стягивание конденсирующихся растворов к дренирующим трещинам. При этом золото здесь отложилось, в основном, на раннем этапе, поэтому приурочено к фронтальным зонам АСГП [4]. Выявленные особенности строения АСГП можно использовать при поисках в регионе золоторудных месторождений и идентификации их геолого-промышленного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветлужских В.Г., Ким А.А. Геолого-промышленные типы золоторудных месторождений Южной Якутии // Отечественная геология. – 1997. – № 1. – С. 16–24.
2. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). – М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2001. – 571 с.
3. Ворошилов В.Г., Боярко Г.Ю. О закономерностях размещения золотого оруденения в тектонических швах // Руды и металлы. – 2001. – № 5. – С. 61–63.
4. Ворошилов В.Г., Боярко Г.Ю. Структура аномального геохимического поля золото-порфирового оруденения Рябинового массива (Центральный Алдан) // Прикладная геохимия. Вып. 3. Прогноз и поиск. – М.: ИМГРЭ, 2002. – С. 171–177.
5. Ворошилов В.Г., Боярко Г.Ю. Особенности геохимической зональности месторождений самолазовского типа (Центральный Алдан) // Известия Томского политехнического университета. – 2002. – Т. 305. – № 6. – С. 191–197.
6. Сафронов Н.И., Мещеряков С.С., Иванов Н.П. Энергия рудообразования и поиски полезных ископаемых. – Л.: Недра, 1978. – 265 с.
7. Балахонов В.С. Строение и пространственные соотношения минералого-геохимических полей Колтыконского золотоджаспероидного рудного поля (Центральный Алдан): Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Екатеринбург, 1999. – 24 с.
8. Поспелов Г.Л. Строение и развитие фильтрующихся гидротермальных рудообразующих систем // Геология и геофизика. – 1962. – № 11, 12. – С. 28–40, 40–57.

УДК 552.321.6+552.164